

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-169671

(43)Date of publication of application : 04.07.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/004

G03F 7/26

(21)Application number : 05-313353

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.12.1993

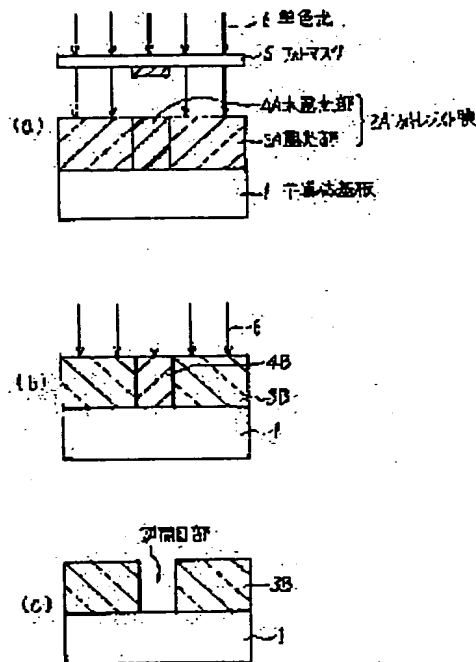
(72)Inventor : HOSHI KEIICHI

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce a size of an irregular configuration of a photoresist film in an opening part by carrying out first exposure by using monochromatic light for a photoresist film through a photomask to invert the characteristic of the film and by carrying out total exposure by using monochromatic light wherein characteristic of an exposed photoresist film is inverted.

CONSTITUTION: A photoresist film 2A is formed on a semiconductor substrate 1. Then, first exposure by monochromatic light 6 is carried out and an exposed part 3A and an unexposed part 4A are formed in the photoresist film 2A. Vapor treatment by amine gas is performed and the exposed part 3A of the photoresist film 2A is made an exposed part 3B which is insoluble to alkaline developer. Total exposure is performed for the photoresist film 2A by the monochromatic light 6 and the unexposed part 4A alone is made an exposed part 4B which is soluble to alkaline developer. The photoresist film 2A wherein alkaline developer is used is developed and a resist opening part 7A is formed in the photoresist film 2A.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.06.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2595886

[Date of registration] 09.01.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-169671

(43) 公開日 平成7年(1995)7月4日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/004	5 1 5			
7/26		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 0 2 A
		7352-4M		5 0 9
			審査請求 有	請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-313353

(22) 出願日 平成5年(1993)12月14日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 星 圭一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

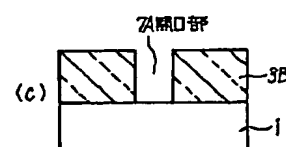
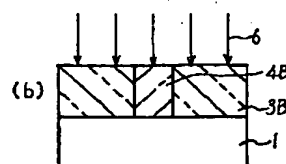
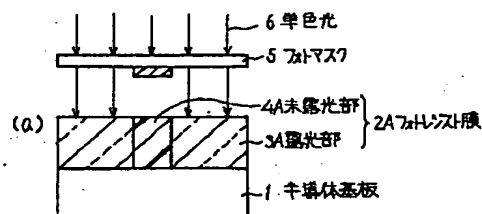
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【目的】レジスト開口部の側面の定在波による凹凸形状を改善する。

【構成】半導体基板1上にフォトリソ膜2Aを形成したのち、フォトリソ5を用いた単色光6で第1の露光を行い、次でアミン系ガスによる蒸気処理を行ったのち単色光6で全面露光を行い、次で現像を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上にフォトレジスト膜を形成する工程と、フォトマスクを介し前記フォトレジスト膜に単色光を用いて第1の露光を行う工程と、露光された前記フォトレジスト膜をアミン系ガスをを用いる蒸気処理を行ってフォトレジスト膜の特性を反転させたのち前記単色光を用いて全面露光を行う工程と、全面露光された前記フォトレジスト膜の現像を行う工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 半導体基板上にアミン系物質を含むフォトレジスト膜を形成する工程と、フォトマスクを介し前記フォトレジスト膜に単色光を用いて第1の露光を行う工程と、露光された前記フォトレジスト膜を熱処理してフォトレジスト膜の特性を反転させたのち前記単色光を用いて全面露光を行う工程と、全面露光された前記フォトレジスト膜の現像を行う工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体装置の製造方法に関し、特に微細な寸法線幅を有するレジストパターンの形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体装置の製造方法において、特に、フォトリソグラフィ技術によるレジストパターンの寸法線幅の微細化が強く要求されている。この微細化およびこれに伴うプロセスマージンの低下を改善するための方法として、フォトレジストおよびレジストプロセスの改善の検討が進められている。

【0003】通常フォトレジストを高解像度化するための検討においては、Aパラメータで代表される、フォトレジストの透明度の向上が行われる。しかしながら、フォトレジストの透明度の向上は、フォトレジスト膜内の多重干渉効果による定在波を増大させる。このことは特にフォトレジストの膜厚を薄膜化した場合の、フォトレジスト膜の開口部側面の凹凸形状が顕在化され、解像度を低下させる原因となる。従ってこの定在波の問題は、現在フォトリソグラフィ技術において重要な課題になっている。

【0004】このフォトレジスト膜内に発生する多重干渉効果による定在波を説明するための模式断面図を図4に示す。

【0005】半導体基板1上に形成したポジ型のフォトレジスト膜2に単色光6A（i線ステップアンドリビータを用いた場合では、波長365nmの水銀ランプのi線）による露光を行う工程において、照射光の一部は、フォトレジスト膜2に入射したのち、フォトレジスト膜2の上面と下面の間で反射を繰り返す。このためフォトレジスト膜2内に定在波10が生じる。

【0006】このとき、フォトレジスト膜2の底部は定

在波10の節となるため、図5に示すように、フォトレジスト膜2の底部の光強度は低下し、これによる現像速度も低下する。特にフォトレジスト膜に開口パターンを形成する場合は、開口部7の断面形状は裾引き形状となつて解像度が変動する。

【0007】このフォトレジスト膜内の定在波による断面形状を改善する方法のひとつに、特開平4-239116号公報に示されているように、フォトレジスト膜と下地となる半導体基板の間に、あらかじめ照射光の波長λの1/4に相当する光学的膜厚を有する層間膜を形成しておく方法がある。以下図6の断面図を用いて説明する。

【0008】まず半導体基板1上に照射光の波長λの1/4に相当する光学的膜厚を有する層間膜11を形成したのち、フォトレジスト膜2を形成する。次に、単色光6Aを用いて露光を行う。層間膜を形成する方法においては、フォトレジスト膜2の上面と下面の間に定在波10は生じるが、照射光の波長の1/4に相当する光学的膜厚を有する層間膜11があるため、フォトレジスト膜2の底部は、図4の場合と異なつて定在波10の腹部となるため、図7に示すようにフォトレジスト膜2の底面の光強度は増加し、これによる現像速度も増加する。従つて図4の場合と異なり、フォトレジスト開口部のパターンの裾引き断面形状が改善される。

【0009】また、形成するレジスト開口部の断面形状を改善する目的で用いられるレジストプロセス技術の一つに、イメージリバーサ技術がある。この従来のイメージリバーサ技術は、開口部の断面形状を逆テーパにすることを目的に用いられている（通常のポジ型レジストプロセスでは、順テーパの断面形状となる）。

【0010】このイメージリバーサ技術は、フォトレジスト膜のポジ・ネガ特性を反転させるレジストプロセス技術であり、AZ-5214（ヘキスト社）で代表される、有機アミン系物質を含んだフォトレジスト（以下イメージリバーサレジストと呼ぶ）を用い、PEB（Post Exposure Bake）と呼ばれる露光後の熱処理を行い、フォトマスクを介した単色光の露光後に多色光を用いた全面露光を行う方法と、通常のフォトレジスト用い、単色光の露光後にアミン系ガスによる蒸気処理を行い、次で多色光を用いた全面露光を行う方法（以下イメージリバーサプロセスと呼ぶ）がある。以下、このイメージリバーサ技術についてイメージリバーサプロセスを例にして、図8（a）～（c）の断面図を参照して説明する。

【0011】まず、図8（a）に示すように、半導体基板1上に通常のスピン塗布法により、通常のノボラック樹脂系のi線用ポジ型レジスト（PF1-15AA：住友化学社）のフォトレジスト膜2Cを厚さ0.5～0.7μmに形成する。つぎに、フォトマスク5Aと、i線ステップアンドリビータ（NA=0.5、NSR-17

10

20

30

40

50

75i7A：ニコン社製）を用いて、単色光（i線）6Bを照射してチップ領域に第1の露光を行う。この第1の露光において、フォトマスク5Aは通常のポジ型レジストを用いた露光方法に対して明暗を反転させたものを使用し、所望のレジストパターンの明暗に対して反転した露光部23Aと未露光部24Aとをフォトレジスト膜2Cに形成する。この第1の露光によるフォトレジスト膜2Cに対する光強度と現像速度は図9（a）に示すようになる。

【0012】次に図8（b）に示すように、アミン系ガスによる蒸気処理を行う。例えば処理装置にSTAR-2000（キャノン販売社）を用い、処理条件としては、温度設定を95～115℃程度とし、30分の熱処理を行った後、アンモニア液（電子工業級：関東化学社）を使用して、60分の蒸気処理を行った。

【0013】このアミン系ガスによる蒸気処理により、フォトレジスト膜2Cの露光部23Aはアミン系ガスと反応するためアルカリ現像液に対して不溶化した膜23Bとなり、さらにi線を含んだ波長領域の紫外光を用いた露光を行ってもアルカリ現像液に対して不溶となる。しかし、フォトレジスト膜2Cの未露光部24Aは、このアミン系ガスによる蒸気処理を行っても、アミン系ガスと反応しないため、i線を含んだ波長領域の紫外光を用いた露光を行ってもアルカリ現像液に対して可溶化するという性質を失わない。

【0014】次に、通常の近接露光で用いられる露光機（PLA-501：キャノン販売社）を用いて、i線を含んだ波長領域（水銀ランプの波長436nmのg線、波長407nmのh線および波長365nmのi線を含む）の多色光8により、フォトレジスト膜2Cを全面露光する。

【0015】この全面露光の露光条件の例としては、近接露光時の間隔（エアギャップ）量が20～50μm、露光マスクは使用せずフォトレジスト膜2Cの全面に露光を行う。この全面露光により露光されたフォトレジスト膜2Cの未露光部24Aのみがアルカリ現像液に対して可溶な露光部24Bとなる。この全面露光によるフォトレジスト膜2Cに対する光強度と現像速度は図9（b）に示すようになる。

【0016】この後図8（c）に示すように、通常のアルカリ現像液（規定濃度2.38%、NMD-3：東京応化社）を用いたフォトレジスト膜2Cの現像（現像時間は60秒）を行い、フォトレジスト膜2Cに開口部7Cを形成する。以上の工程により、フォトレジスト膜2Cの未露光部24Aに逆テーパ形状の開口部7Cが形成できる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平4-239116号公報に示されていた断面形状の改善方法では、半導体基板1とフォトレジスト膜2の間に照射

光の波長λの1/4に相当する光学的膜厚を有する層間膜11を形成し、フォトレジスト膜2の底部を定在波10の節から腹にすることにより、フォトレジスト膜2の底部の光学強度および現像液に対する現像速度を改善することは可能であると考えられるが、図5と図7とを比較してわかるように、フォトレジスト膜2の膜厚方向の定在波による現像速度分布は改善できないので、フォトレジスト膜の底部以外の開口断面の側面に生じる凹凸形状の寸法Wは改善出来ないという問題がある。

【0018】また、図8で説明したイメージリバースプロセスでは、多色光8で全面露光を行うため、フォトレジスト膜2Cの膜厚方向の光学強度分布は図9（b）に示したように、ほぼ均一であるため、図9（a）に示した第1の露光工程の単色光6Bの定在波で生じるフォトレジスト膜2Cの膜厚方向の光強度分布による現像速度分布は改善されない。従って定在波によるフォトレジスト膜2Cの開口断面の側面に生じる凹凸形状は改善出来ないという問題がある。

【0019】このように従来からの半導体装置の製造工程におけるフォトレジスト膜への開口部の形成においては、その側面に生じる凹凸形状の寸法が大きい為、フォトレジスト膜下の被エッチング膜へ転写される開口パターンの精度が悪くなり、半導体装置の製造歩留りが低下する。

【0020】

【課題を解決するための手段】第1の発明の半導体装置の製造方法は、半導体基板上にフォトレジスト膜を形成する工程と、フォトマスクを介し前記フォトレジスト膜に単色光を用いて第1の露光を行う工程と、露光された前記フォトレジスト膜をアミン系ガスを用いる蒸気処理を行ってフォトレジスト膜の特性を反転させたのち前記単色光を用いて全面露光を行う工程と、全面露光された前記フォトレジスト膜の現像を行う工程とを含むことを特徴とするものである。

【0021】第2の発明の半導体装置の製造方法は、半導体基板上にアミン系物質を含むフォトレジスト膜を形成する工程と、フォトマスクを介し前記フォトレジスト膜に単色光を用いて第1の露光を行う工程と、露光された前記フォトレジスト膜を熱処理してフォトレジスト膜の特性を反転させたのち前記単色光を用いて全面露光を行う工程と、全面露光された前記フォトレジスト膜の現像を行う工程とを含むことを特徴とするものである。

【0022】

【作用】本発明においては、第1の露光工程および第2の全面露光工程の照射光により生じるフォトレジスト膜内の定在波は、図4の定在波10のように、同じ位置の節・腹を持つ光強度分布となるが、第1の露光工程においての光強度分布による現像速度分布は、イメージリバース工程を行うことによるポジ・ネガの反転で図2

（a）に示すように、反転するのに対し、第2の全面露

光工程の光強度分布による現像速度分布は、図2(b)に示すように、そのまま(正転)であるので、現像工程での合成された現像速度分布は、図2(c)に示すように、各々の定在波による光強度分布(現像速度分布)が相殺される。このため開口部7におけるフォトリソ膜の凹凸形状の寸法Wは小さくなる。

【0023】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。図1(a)～(c)は、本発明の第1の実施例のイメージリバース工程を説明するための半導体チップの断面図である。

【0024】まず、図1(a)に示すように、シリコン等からなる半導体基板1上にスピン塗布法により、通常のノボラック樹脂系のi線ポジ型レジスト(PFI-15AA:住友化学社)のフォトリソ膜2Aを0.5～0.7μmの厚さに形成する。次で、フォトマスク5と、i線ステップアンドリビータ(NA=0.5、NSR-1775i7A:ニコン社)を用い、単色光(i線)6による第1の露光を行う。この第1の露光においてフォトマスク5は、通常のポジ型レジストを用いた露光方法に対して明暗を反転させたものを使用し、所望のレジストパターンの明暗に対して反転した露光部3Aと未露光部4Aとをフォトリソ膜2Aに形成する。

【0025】次に、図1(b)に示すように、アミン系ガスによる蒸気処理を行う。本第1の実施例では、処理装置にSTAR-2000(キャノン販売社)を用いる。処理条件としては温度を95～115℃程度とし、30分の熱処理を行った後、アンモニア液(電子工業級:関東化学社)を使用して、60分の蒸気処理を行う。このアミン系ガスによる蒸気処理により、図1

(a)に示したフォトリソ膜2Aの露光部3Aはアルカリ現像液に対して不溶化し、さらにi線を含んだ波長領域の紫外光を用いた露光を行ってもアルカリ現像液に対して不溶の露光部3Bとなる。しかし、フォトリソ膜2Aの未露光部4Aは、このアミン系ガスによる蒸気処理を行っても、i線を含んだ波長領域の紫外光を*

*用いた露光を行うことによりアルカリ現像液に対して可溶化する性質を失わない。

【0026】次に、露光領域が全面明部であるフォマスクと、第1の露光に用いたi線ステップアンドリビータとを用いて、単色光(i線)6によりフォトリソ膜2Aの全面露光を行う。この全面露光により、フォトリソ膜2Aの未露光部のみがアルカリ現像液に対して可溶の露光部4Bとなる。

【0027】また、本第1の実施例では、全面露光におけるi線ステップアンドリビータでの露光ショットを、第1の露光における露光ショットと同一ショットとしたが、従来の多色光による露光時の露光領域と同様に、i線ステップアンドリビータの露光ショットをウェーハ全面に配置してもかまわない。

【0028】次に図1(c)に示すように、通常のアルカリ現像液(規定濃度2.38%、NMD-3:東京応化社)を用いたフォトリソ膜2Aの現像(現像時間は60秒)を行い、フォトリソ膜2Aにレジスト開口部7Aを形成する。以上の工程によりフォトリソ膜2Aの未露光部4Aに側面の凹凸形状の小さい開口部7Aが形成できる。

【0029】開口部7Aの断面形状が改善できることを確認するために、上述した第1の実施例と従来例を用いた比較を行った。実験条件として、フォトマスクに透過エッジ型の位相シフトマスクを用い、その他の条件は上述した第1の実施例と図8で説明した従来例の条件を用いた。なお、この実験では、通常のポジ型レジストプロセスで用いられている、PEBプロセスと呼ばれる露光後現像工程前にフォトリソ膜の加熱処理を行う工程は用いなかった。

【0030】第1の実施例と従来例における開口部の凹凸形状の比較を表1に示す。なお、定在波によるレジスト開口部の側面の凹凸形状の寸法Wは図4に示したとおりである。

【0031】

【表1】

全面露光の光	全面露光時の露光量 (mJ/cm ²)	第1の露光時の露光量 (mJ/cm ²)	凹凸形状の寸法(mm)
多色光(従来例)	1000	285	20
単色光(実施例)	1000	285	10
多色光(従来例)	350	255	15
単色光(実施例)	350	255	5

【0032】表1に示したように、第1の実施例によれば、定在波によるレジスト開口部の側面の凹凸形状の寸法Wは従来例に比べ、1/2～1/3程度に改善できることがわかる。

【0033】図3(a)～(c)は本発明の第2の実施

例を説明するための半導体チップの断面図である。

【0034】まず、図3(a)に示すように、半導体基板1上に通常のスピン塗布法により、i線用イメージリバースレジスト(AZ-5214:ヘキスト社)からなるフォトリソ膜2Bを0.5～0.7μmの厚さに

形成する。つぎに、フォトマスク5と、i線ステップアンドリピータを用い、単色光(i線)6による第1の露光を行う。この第1の露光においてもフォトマスク5は、通常のポジ型レジストを用いた露光方法に対して明暗を反転させたものを使用し、所望のレジストパターンの明暗に対して反転した露光部13Aと未露光部14Aとをフォトレジスト膜2Bに形成する。

【0035】次に、図3(b)に示すように、フォトレジスト膜2Bの加熱処理を行う。処理条件の例としては、フォトレジスト膜2Bの形成時の加熱処理を80〜95℃程度で行った場合、プロキシミティ型のホットプレートで100〜115℃の温度で60〜120秒間とする。このフォトレジスト膜2Bの露光時の加熱処理により、露光部13Aはアルカリ現像液に対して不溶化し、さらにi線を含んだ波長領域の紫外光を用いた露光を行ってもアルカリ現像液に対して不溶の露光部13Bとなる。しかし、フォトレジスト膜2Bの未露光部14Aは、この露光部の加熱処理を行っても、i線を含んだ波長領域の紫外光を用いた露光を行うことによりアルカリ現像液に対して可溶化する性質を失わない。

【0036】次に、露光領域が全面明部であるフォトマスクと、第1の露光に用いたi線ステップアンドリピータとを用いて、(i線)6によりフォトレジスト膜2Bの全面露光を行う。この全面露光により、フォトレジスト膜2Bの未露光部のみがアルカリ現像液に対して可溶の露光部14Bとなる。

【0037】次に図3(c)に示すように、通常アルカリ現像液(規定濃度2.38%、NMD-3:東京応化社)を用いたフォトレジスト膜2Bの現像(現像時は60秒)を行い、フォトレジスト膜2Bにレジスト開口部7Bを形成する。

【0038】以上の工程により、フォトレジスト膜2Bの未露光部14Aに側面の凹凸形状の小さい開口部7Bが形成できる。

【0039】本第2の実施例においても、上述した第1の実施例におけるイメージリバースプロセスでの効果と同様の効果により、表1と同様の開口部側面の凹凸形状が改善された。

【0040】

*

【発明の効果】以上説明したように本発明は、全面露光工程における照射光に、第1の露光工程における照射光と同一波長の単色光を用いることにより、第1の露光工程の照射光で生じるフォトレジスト膜内の定在波によるレジスト膜厚方向の光強度分布に伴う現像速度分布を、全面露光工程の照射光で生じる定在波により相殺させることにより、レジスト開口部における側面の定在波による凹凸形状の寸法を小さくできる。このため半導体装置の製造歩留りを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を説明するための半導体チップの断面図。

【図2】実施例のフォトレジスト膜に対する光強度と現像速度との関係を示す図。

【図3】本発明の第2の実施例を説明するための半導体チップの断面図。

【図4】フォトレジスト膜内の定在波と開口部の凹凸形状を示す図。

【図5】フォトレジスト膜に対する定在波による光強度と現像速度とを示す図。

【図6】従来例を説明するための半導体チップの断面図。

【図7】従来例のフォトレジスト膜に対する光強度と現像速度との関係を示す図。

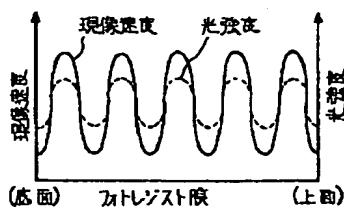
【図8】他の従来例を説明するための半導体チップの断面図。

【図9】他の従来例のフォトレジスト膜に対する光強度と現像速度との関係を示す図。

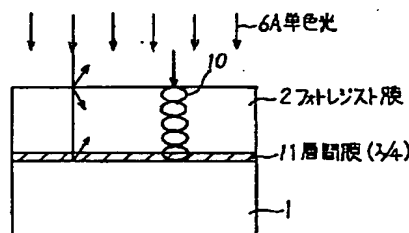
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2, 2A~2C フォトレジスト膜
- 3A, 13A 露光部
- 4A, 14A 未露光部
- 5 フォトマスク
- 6 単色光
- 7, 7A~7C 開口部
- 10 定在波
- 11 層間膜

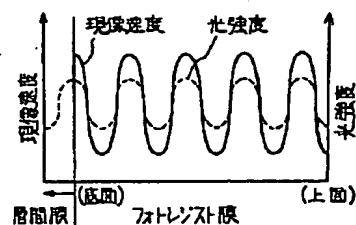
【図5】



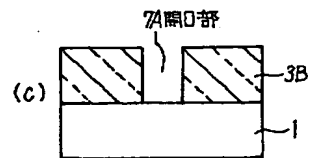
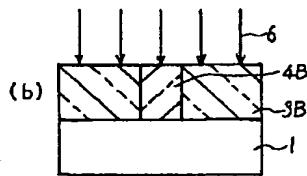
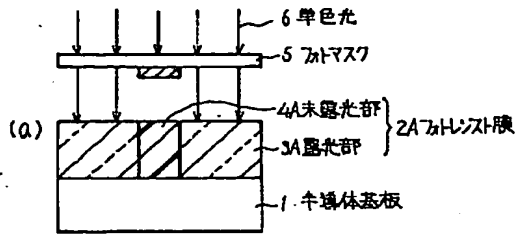
【図6】



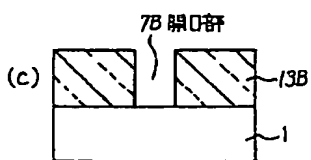
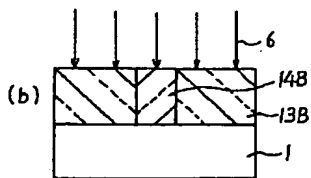
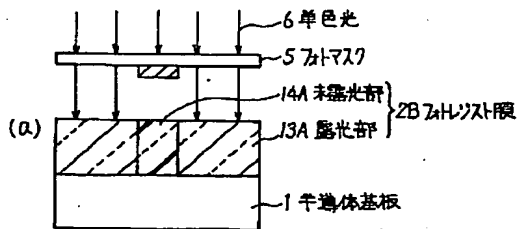
【図7】



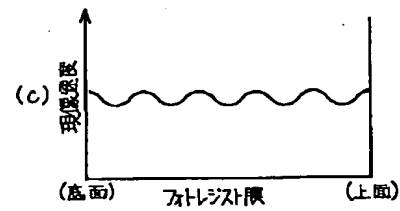
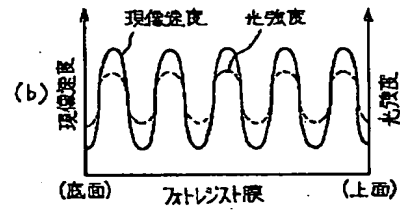
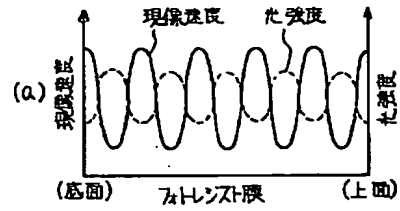
【図1】



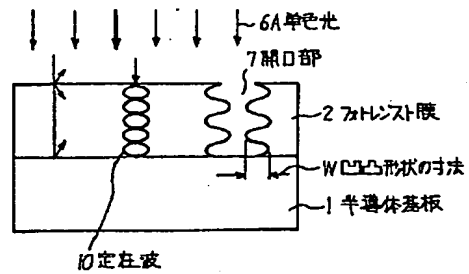
【図3】



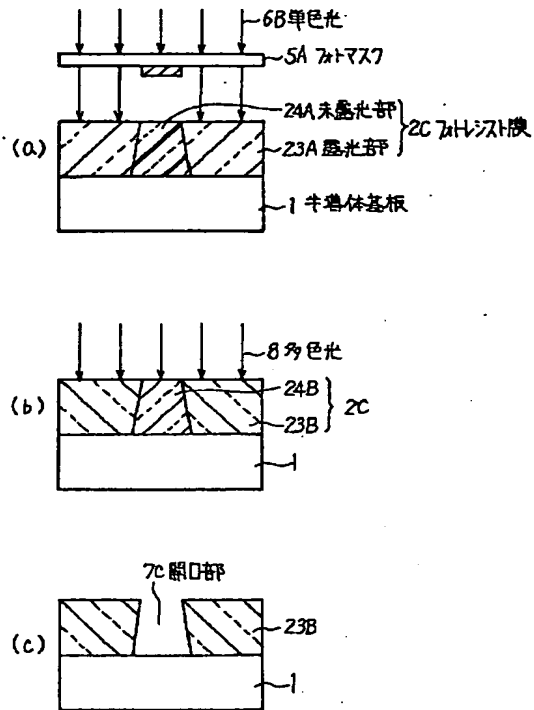
【図2】



【図4】



【図8】



【図9】

